

УДК 575.17:599.9

ГЕНОФОНД НАСЕЛЕНИЯ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИММУНОБИОХИМИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ ГЕНОВ

© 2008 г. И. Н. Лепендина¹, Е. В. Балановская², М. И. Чурносов¹

¹ ГОУ ВПО Белгородский государственный университет, кафедра медико-биологических дисциплин, Белгород 308015; e-mail: lependina_bel@mail.ru

² Медико-генетический научный центр Российской академии медицинских наук, Москва 115478

Поступила в редакцию 10.10.2006 г.

Проведено исследование распределения частот 33 аллелей 12 локусов иммунобиохимических маркеров генов (AB0, RH, HP, GC, TF, PI, C'3, ACP1, GLO1, PGM1, ESD, 6-PGD) у коренного русского и украинского населения Белгородской области. Выявлены особенности генетической структуры белгородской популяции по сравнению с другими группами русского населения. Установлено, что генетическая структура белгородской популяции характеризуется европеоидным распределением частот всех аллелей.

Для описания популяционно-генетической структуры современного населения достаточно широко используют генетические маркеры. Классические генетические маркеры подразделяются на физиологические (например, вкусовая чувствительность, цветовая слепота и др.), иммунологические (например, группы крови) и биохимические (например, белки эритроцитов и сыворотки крови) [1, 2]. Одним из наиболее традиционных способов оценки генетической дифференциации популяции является подход, основанный на учете распределения частот иммунобиохимических маркеров генов. Материалы об их распределении среди различных групп населения позволяют дать адекватную характеристику генетических процессов, происходящих на популяционном уровне, необходимую для рассмотрения проблем микроэволюции населения и выявления роли инбридинга, генного дрейфа, миграций, метисации, скорости мутационного процесса и эффектов отбора в эволюционном процессе [3].

С использованием классических маркеров генов изучены генофонды многих популяций, однако провести их строгий сравнительный анализ весьма затруднительно из-за отсутствия единой программы исследования. Каждый научный коллектив, занимающийся изучением полиморфизма классических генетических маркеров, проводит исследование в популяциях по своему спектру генетических маркеров. Лишь по 5–6 биохимическим (HP, GC, TF, GLO1, PGM1, ACP1) и некоторым иммунологическим маркерам генов (AB0, RH, MN, LEW, KEL) можно сравнить генофонды большинства изученных популяций. Задача данной работы - охарактеризовать по единому обширному спектру классических генных маркеров

(12 локусов) коренное русское и украинское население Белгородской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Характеристика исследованных популяций. В качестве объектов исследования были выбраны Прохоровский, Красненский (изучалось русское население), Грайворонский и Красногвардейский (изучалось украинское население) районы Белгородской области (рисунк).

Прохоровский район расположен на севере области и граничит с Курской областью. Вошел в состав Белгородской области из Курской области. Численность населения района составляет 22878 человек. По административному делению район состоит из 19 сельсоветов. Исследование проводилось в пяти географически удаленных друг от друга сельсоветах. Красненский район является приграничным районом с Воронежской областью, из которой он в 1954 г. вошел в состав Белгородской области. Расположен на северо-западе области. Численность населения составляет 12737 человек. По административному делению состоит из 10 сельсоветов. В качестве объектов исследования были выбраны пять географически удаленных друг от друга сельсоветов.

Грайворонский и Красногвардейский районы являются исторически сложившимися местами поселения и проживания украинцев, хотя расположены в разных частях области: Грайворонский – в юго-западной, Красногвардейский – в восточной. Численность населения Грайворонского района составляет 20606 человек, в качестве объекта исследования был выбран Козинский сельсовет. Численность населения Красногвардейского района составляет 35027 человек. Исследование про-



Карта Белгородской области (отмечены районы, в которых производился сбор материала для исследования).

водилось в Веселовском сельсовете. Поселения украинцев на территории Грайворонского района возникли во второй половине XVI в. В 1670 г. свободные земли в бассейне р. Ворсклы при устье р. Грайворонки заселили украинцы, основав слободу Грайвороны (позднее город Грайворон). На территории современного Красногвардейского района крупный массив украинских селений появился в конце XVI – начале XVII в. Среди переселенцев преобладали мигранты из Правобережной Украины (Жаботина, Белой Церкви, Гадяча, Корсуни, Умани). Немало переселенцев было из соседних Сум, Ахтырки, Ворожбы, Суджи, Богодухова, Бакалеи [4].

Общий объем выборки из Белгородской области составил 382 человека: 298 – коренные русские, проживающие в Прохоровском (146 человек) и Красненском районах (152 человека); 84 – коренные украинцы Красногвардейского (42 человека) и Грайворонского (42 человека) районов. Средний возраст изученного населения – 49.11 лет.

Особое внимание было уделено корректному формированию репрезентативных выборок. Сбор образцов крови был проведен в пяти географически удаленных сельсоветах каждого района с русским населением. Каждый сельсовет представлен в выборке примерно равной численностью (по 30 человек). Такой метод формирования выборки позволяет сформировать полностью репрезентативную выборку и в полной мере отвечает требо-

ваниям, предъявляемым к популяционно-генетическим обследованиям.

В выборки включались только неродственные (до третьей степени родства) индивиды, все предки которых (на глубину трех поколений) происходят из данной популяции. Отбор крови осуществлялся согласно международным стандартам с информированного письменного согласия обследуемых и под контролем Этической комиссии ГУ МГНЦ РАМН. Этническую и популяционную принадлежность обследованных определяли путем индивидуального опроса по национальности и местам рождения предков до третьего поколения по обеим родительским линиям.

Методы генотипирования генетико-биохимических маркеров. Материалом для лабораторного исследования послужила венозная кровь, взятая из локтевой вены у пробанда. Общий объем полученного образца (5–6 мл) разделяли центрифугированием (3 тыс. об/мин) на сывороточную и эритроцитарную фракции. Далее материал хранили при -20°C .

Было произведено типирование по 10 биохимическим полиморфным системам: TF, GC, HP, C'3, PI, ESD, GLO1, ACP1, PGM1, 6-PGD. Эти генные маркеры нами были включены в анализ в соответствии со следующими требованиями к ним: высокая полиморфность локусов; их независимое наследование и структурно-функциональные различия; значительная вариабельность частот аллелей.

лей среди населения [5]. Кроме этого, выбор данной панели генетических маркеров определялся и тем, что имеющиеся в литературе данные по другим русским популяциям представлены преимущественно сведениями о распределении именно этих иммунобиохимических маркеров генов. Все это позволяет нам, используя данный набор генетических маркеров, проводить корректный сравнительный анализ генетических характеристик белгородской популяции с другими русскими популяциями.

Идентификация биохимических локусов HP, C'3 и 6-PGD осуществлялась стандартным методом вертикального электрофореза в 7.5%-ном полиакриламидном геле (ПААГ), GLO1 – в 5%-ном ПААГ [5, 6] на электрофоретической ячейке Protean II xi 2-D фирмы "Bio-Rad" (США). Локусы TF, GC, ESD, PGM1 типировались методом изоэлектрофокусирования (ИЭФ) в ПААГ, а локусы PI, ACP1 – методом ИЭФ в агарозе [5–9]. ИЭФ осуществляли в аппарате Multiphor фирмы LKB (Швеция). Визуализация результатов электрофоретического разделения белков сыворотки проводилась на денситометре Gs-710 фирмы "Bio-Rad" (США). Учет фенотипов ESD и ACP1 проводили в темном боксе и трансиллюминаторе фирмы UVP.

Группы крови АВ0 и RH выявляли в полевых условиях по результатам индивидуального опроса.

Статистический анализ. Расчет фенотипических и генных частот проводили стандартными методами [10]. Для оценки соответствия наблюдаемого распределения ожидаемому, исходя из равновесия Харди–Вайнберга, использовали критерий χ^2 [10]: $\chi^2 = \frac{(N_1 N_3 - 1/4 N_2^2)^2 N}{n_1^2 n_2^2}$, где N_1, N_2, N_3 –

численности генотипов AA, Aa, aa в выборке объема N ; n_1, n_2 – число аллелей A и a.

Наблюдаемый уровень гетерозиготности рассчитывали по формуле [10]: $H_0 = \frac{N_0}{N}$; $N_0 = \sum_{i \neq j} \sum N_{ij}$, где, N_{ij} – численность людей в данной выборке с генотипом $A_i A_j$ по первому локусу, N – объем выборки.

Ожидаемый уровень гетерозиготности вычисляли по формуле [10]: $H_E = 1 - \sum_i P_i^2$, где P_i – частота i -го аллеля первого локуса.

Отношение между наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготностью определяли по величине индекса фиксации Райта (D) [11]: $D = 1 - \frac{\bar{H}_0}{2pq}$, где \bar{H}_0 – среднее значение наблюдаемой гетерозиготности, p и q – частоты аллелей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице представлены данные о распределении фенотипов, генных частот, наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности, индекса фиксации для полиморфных систем крови у коренного населения Белгородской области.

Система АВ0. Для распределения частот генов системы АВ0 у русского населения Белгородской области, как и в других русских популяциях [1, 2, 12–15], типичен ряд: $0 > A > B$. Население Прохоровского района достоверно ($p < 0.001–0.05$) отличается от населения Красненского района по частотам аллелей ABO^*O (0.61 и 0.51 соответственно) и ABO^*A (0.22 и 0.26 соответственно). Украинцы Белгородской области достоверно ($p < 0.05$) отличаются от ее русского населения по частоте аллеля ABO^*B . В целом у русских Белгородской области частота распределения генов групп крови АВ0 составляет, ABO^*O – 0.56, ABO^*A – 0.24, ABO^*B – 0.20, что практически совпадает со средними значениями, характерными для русских [1]: ABO^*O – 0.58, ABO^*A – 0.24, ABO^*B – 0.18.

Система RH. Частота аллеля RH^*d по четырем районам области варьирует незначительно – от 0.38 до 0.42. У русских Белгородской области средняя концентрация аллеля RH^*d (0.40) практически совпала с ее уровнем у украинцев Белгородской области (0.41), но достоверно ($p < 0.05$) выше, чем в целом в русском генофонде – 0.30 [1]. Частота аллеля RH^*d (0.41) у украинцев области несколько выше показателя, характерного для населения Украины (0.36) [1].

Система гаптоглобина (HP). Вариабельность распределения частоты аллеля HP^*I у населения области по районам составляет от 0.31 до 0.34. Средняя частота HP^*I у русских (0.33) и украинцев (0.32) Белгородской области примерно одинакова. Средняя частота аллеля HP^*I в русском генофонде (0.365) несколько выше, чем у русских и украинцев области, однако по данным [16] размах изменчивости этого аллеля в русском генофонде значителен (от 0.17 до 0.51).

Система третьего компонента компонента (C'3). Вариабельность аллеля $C'3^*F$ в районах области незначительна и составила 0.12–0.14 со средней у русских 0.12 и у украинцев – 0.14. Эта изменчивость полностью совпадает с изменчивостью, характерной для изученных русских популяций [1, 2, 12–13].

Система группоспецифического компонента (GC). Популяции Белгородской области характеризуются значительной вариабельностью распределения аллелей системы GC. У русских Красненского района отмечается достоверное понижение частоты аллеля GC^*2 за счет повышения распространенности аллеля GC^*1S по сравнению с Прохоровским районом ($p < 0.001$). Средняя для русских Белгородской области частота аллеля

Таблица 1. Распределение фенотипов, генных частот, наблюдаемой (H_O) и ожидаемой (H_E) гетерозиготности, индекса фиксации (D) полиморфных систем крови у населения Белгородской области

Система, аллели	Русское население													Украинское население			Суммарно по области	
	Прохоровский район						Красненский район						Суммарно по русским	Грайворонский район	Красногвардейский район	Суммарно по украинцам		
	Холодянский с/с	Коломыцевский с/с	Подолешенский с/с	Плотава-ский с/с	Прелестненский с/с	Суммарно по р-ну	Горкинский с/с	Расовецкий с/с	Готовской с/с	Камызинский с/с	Красненский с/с	Суммарно по р-ну						
ABO																		
ΣN	13	22	20	21	13	89	22	19	26	21	27	115	204	21	24	45	249	
N_O																		
00(I)	7	7	9	8	6	37	8	3	10	4	8	33	70	7	10	17	87	
A(II)	4	5	4	9	3	25	7	8	5	8	9	37	62	8	10	18	80	
B(III)	1	6	5	3	3	18	5	4	9	6	6	30	48	5	3	8	56	
AB(IV)	1	4	2	1	1	9	2	4	2	3	4	15	24	1	1	2	26	
N_E																		
00(I)	6.34	5.05	8.07	8.21	5.67	33.49	7.70	2.22	9.76	4.29	6.72	30.29	63.27	7.79	10.13	17.92	81.33	
A(II)	4.62	6.47	4.80	8.81	3.29	28.04	7.26	8.50	5.20	7.79	10.01	39.12	67.55	7.32	9.88	17.18	84.75	
B(III)	1.57	7.51	5.81	2.83	3.29	20.93	5.25	4.41	9.21	5.81	6.95	32.05	53.36	4.37	2.89	7.25	60.54	
AB(IV)	0.47	2.97	1.32	1.15	0.75	6.54	1.80	3.87	1.83	3.11	3.31	13.53	19.82	1.53	1.10	2.65	22.38	
$\chi^2_{(HWE)}$	0.97	1.74	0.70	0.04	0.15	2.03	0.06	0.35	0.03	0.04	0.62	0.65	2.59	0.41	0.02	0.32	1.57	
ABO^*O	0.70	0.48	0.64	0.63	0.66	0.61	0.59	0.34	0.61	0.45	0.50	0.51	0.56	0.61	0.65	0.63	0.57	
ABO^*A	0.22	0.24	0.17	0.27	0.17	0.22	0.23	0.41	0.15	0.31	0.29	0.26	0.24	0.24	0.26	0.25	0.25	
ABO^*B	0.08	0.28	0.20	0.10	0.17	0.17	0.18	0.25	0.24	0.24	0.21	0.22	0.20	0.15	0.09	0.12	0.18	
RH																		
ΣN	11	17	19	18	5	68	19	17	23	19	25	103	171	17	24	41	212	
RH(+)	9	13	16	16	4	58	16	14	22	13	21	86	144	14	20	34	178	
RH(-)	2	4	3	2	1	10	3	3	1	6	4	17	27	3	4	7	34	
RH^*D	0.58	0.51	0.60	0.67	0.55	0.62	0.60	0.58	0.79	0.44	0.60	0.59	0.60	0.58	0.59	0.59	0.60	
RH^*d	0.42	0.49	0.40	0.33	0.45	0.38	0.40	0.42	0.21	0.56	0.40	0.41	0.40	0.42	0.41	0.41	0.40	
HP																		
ΣN	30	30	31	29	26	146	30	30	31	29	27	147	293	42	42	84	377	
N_O																		
1-1	0	2	3	3	3	11	3	1	6	3	2	15	26	1	3	4	30	
1-2	20	18	18	15	7	78	19	16	11	8	12	66	144	25	20	45	189	
2-2	10	10	10	11	16	57	8	13	14	18	13	66	123	16	19	35	158	

Таблица 1. (Продолжение)

Система, аллели	Русское население													Украинское население			Суммарно по области	
	Прохоровский район						Красненский район						Суммарно по русским	Грайворонский район	Красногвардейский район	Суммарно по украинцам		
	Холодн-ский с/с	Коломыцев-ский с/с	Подолешен-ский с/с	Плотава-ский с/с	Прелестнен-ский с/с	Суммарно по р-ну	Горкин-ский с/с	Расховец-кий с/с	Готов-ской с/с	Камызин-ский с/с	Краснен-ский с/с	Суммарно по р-ну						
N_E																		
1-1	3.33	4.03	4.65	3.80	1.63	17.12	5.21	2.70	4.27	1.69	2.37	15.67	32.78	4.34	4.02	8.36	41.11	
1-2	13.33	13.93	14.71	13.40	9.75	65.75	14.58	12.60	14.47	10.62	11.26	64.65	130.44	18.32	17.95	36.28	166.77	
2-2	13.33	12.03	11.65	11.80	14.63	63.12	10.21	14.70	12.27	16.69	13.37	66.67	129.78	19.34	20.02	39.36	169.11	
$\chi^2_{(HWE)}$	7.50**	2.56	1.55	0.42	2.07	5.06*	2.75	2.18	1.78	1.77	0.12	0.06	3.16	5.58*	0.55	4.85*	6.69**	
H_O	0.67	0.60	0.58	0.52	0.27	0.53	0.63	0.53	0.35	0.28	0.44	0.45	0.49	0.60	0.48	0.54	0.50	
H_E	0.44	0.46	0.47	0.46	0.38	0.45	0.49	0.42	0.47	0.37	0.42	0.44	0.45	0.44	0.43	0.43	0.44	
D	+0.50	+0.29	+0.22	+0.12	-0.28	+0.17	+0.30	+0.27	-0.24	+0.25	+0.07	+0.02	+0.10	+0.37	+0.11	+0.24	+0.13	
t	2.33	1.41	1.14	0.56	1.00	1.87	1.62	1.10	1.22	0.89	0.25	0.20	1.45	1.89	0.57	1.71	2.09	
$HP*1$	0.33	0.37	0.39	0.36	0.25	0.34	0.42	0.30	0.37	0.24	0.30	0.33	0.33	0.32	0.31	0.32	0.33	
$HP*2$	0.67	0.63	0.61	0.64	0.75	0.66	0.58	0.70	0.63	0.76	0.70	0.67	0.67	0.68	0.69	0.68	0.67	
$C'3$																		
ΣN	30	30	31	29	26	146	30	30	31	29	27	147	293	42	42	84	377	
N_O																		
SS	23	22	25	21	20	111	24	22	25	22	21	114	225	31	32	63	288	
FS	6	7	6	7	6	32	6	8	5	6	6	31	63	10	9	19	82	
FF	1	1	0	1	0	3	0	0	1	1	0	2	5	1	1	2	7	
N_E																		
SS	22.53	21.68	25.29	20.70	20.35	110.47	24.30	22.53	24.40	21.55	21.33	114.08	224.55	30.86	31.72	62.57	287.11	
FS	6.93	7.65	5.42	7.60	5.31	33.05	5.40	6.93	6.21	6.90	5.33	30.83	63.91	10.29	9.56	19.85	83.78	
FF	0.53	0.68	0.29	0.70	0.35	2.47	0.30	0.53	0.40	0.55	0.33	2.08	4.55	0.86	0.72	1.57	6.11	
$\chi^2_{(HWE)}$	0.54	0.21	0.36	0.18	0.44	0.15	0.37	0.71	1.18	0.49	0.42	0.00	0.06	0.03	0.14	0.15	0.17	
H_O	0.20	0.23	0.19	0.24	0.23	0.22	0.20	0.27	0.16	0.21	0.22	0.21	0.22	0.24	0.21	0.23	0.22	
H_E	0.23	0.26	0.17	0.26	0.20	0.23	0.18	0.23	0.20	0.24	0.20	0.21	0.22	0.24	0.23	0.24	0.22	
D	-0.14	-0.09	+0.11	-0.08	+0.13	-0.03	+0.11	+0.15	-0.20	-0.13	+0.13	+0.01	-0.01	-0.03	-0.06	-0.04	-0.02	
t	0.32	0.22	0.20	0.20	0.25	0.16	0.21	0.35	0.43	0.31	0.24	0.03	0.10	0.08	0.16	0.17	0.17	
$C'3*S$	0.87	0.85	0.90	0.84	0.88	0.87	0.90	0.87	0.89	0.86	0.89	0.88	0.88	0.86	0.87	0.86	0.87	
$C'3*F$	0.13	0.15	0.10	0.16	0.12	0.13	0.10	0.13	0.11	0.14	0.11	0.12	0.12	0.14	0.13	0.14	0.13	

Таблица 1. (Продолжение)

Система, аллели	Русское население												Украинское население			Суммарно по области	
	Прохоровский район						Красненский район						Суммарно по русским	Грайворонский район	Красногвардейский район		Суммарно по украинцам
	Холодьянский с/с	Коломыцевский с/с	Подолешенский с/с	Плотава-ский с/с	Прелестненский с/с	Суммарно по р-ну	Горкинский с/с	Расовецкий с/с	Готовской с/с	Камызинский с/с	Красненский с/с	Суммарно по р-ну					
GC																	
ΣN	30	30	31	29	26	146	30	30	30	29	32	151	297	40	39	79	376
N_O																	
2-2	4	4	4	4	4	20	2	3	0	0	1	6	26	6	2	8	34
2-1S	5	12	11	14	7	49	4	7	6	2	4	23	72	19	16	35	107
2-1F	1	2	1	1	2	7	2	0	1	1	1	5	12	1	1	2	14
1S-1S	14	6	9	8	10	47	18	19	20	25	19	101	148	5	17	22	170
1S-1F	5	3	6	2	3	19	4	1	2	1	5	13	32	9	2	11	43
1F-1F	1	3	0	0	0	4	0	0	1	0	2	3	7	0	1	1	8
N_E																	
2-2	1.63	4.03	3.23	4.56	2.78	15.78	0.83	1.41	0.41	0.08	0.38	2.65	15.57	6.40	2.83	8.89	23.75
2-1S	8.87	9.90	11.29	12.69	9.81	53.26	7.33	9.97	5.60	2.74	5.14	31.52	91.58	15.20	14.00	30.19	123.15
2-1F	1.87	4.03	2.26	1.19	1.63	11.18	1.00	0.22	0.58	0.10	1.09	3.18	13.28	4.00	1.35	5.03	18.35
1S-1S	12.03	6.07	9.88	8.83	8.65	44.94	16.13	17.63	19.20	24.22	17.26	93.78	134.68	9.02	17.33	25.63	159.64
1S-1F	5.07	4.95	3.95	1.66	2.88	18.96	4.40	0.77	4.00	1.83	7.34	18.91	39.06	4.75	3.33	8.54	47.57
1F-1F	0.53	1.01	0.40	0.08	0.24	1.98	0.30	0.01	0.21	0.03	0.78	0.95	2.83	0.63	0.16	0.71	3.54
$\chi^2_{(HWE)}$	6.25	6.17	2.43	0.46	1.88	5.19	4.70	3.08	4.78	8.48	4.08	14.38**	20.03***	9.45*	5.56	4.02	14.29**
H_O	0.37	0.57	0.58	0.59	0.46	0.51	0.33	0.27	0.30	0.14	0.31	0.27	0.39	0.73	0.49	0.61	0.44
H_E	0.53	0.63	0.56	0.54	0.55	0.57	0.42	0.37	0.34	0.16	0.42	0.36	0.48	0.60	0.48	0.55	0.50
D	-0.30	-0.10	+0.03	+0.09	-0.16	-0.10	-0.22	-0.27	-0.12	-0.14	-0.26	-0.24	-0.19	+0.21	+0.02	+0.10	-0.13
t	1.54	0.67	0.17	0.52	0.83	1.26	0.84	0.97	0.36	0.26	1.07	1.74	2.77	1.68	0.09	0.89	2.22
$GC*2$	0.23	0.37	0.33	0.40	0.33	0.33	0.17	0.22	0.12	0.05	0.11	0.13	0.23	0.40	0.27	0.34	0.25
$GC*1S$	0.63	0.45	0.56	0.55	0.58	0.55	0.73	0.77	0.80	0.91	0.73	0.79	0.67	0.48	0.67	0.57	0.65
$GC*1F$	0.14	0.18	0.11	0.05	0.09	0.12	0.10	0.01	0.08	0.04	0.16	0.08	0.10	0.12	0.06	0.09	0.10

Таблица 1. (Продолжение)

Система, аллели	Русское население													Украинское население			Суммарно по области	
	Прохоровский район						Красненский район						Суммарно по русским	Грайворонский район	Красногвардейский район	Суммарно по украинцам		
	Холодьянский с/с	Коломыщевский с/с	Подолешенский с/с	Плогавский с/с	Прелестненский с/с	Суммарно по р-ну	Горкинский с/с	Расховецкий с/с	Готовской с/с	Камызинский с/с	Красненский с/с	Суммарно по р-ну						
TF																		
ΣN	30	30	31	29	26	146	30	30	31	29	32	152	298	42	39	81	376	
N_O																		
C1C1	14	22	21	25	12	94	14	13	13	17	22	79	173	15	26	41	214	
C1C2	10	5	8	1	8	32	11	6	10	6	8	41	73	18	5	23	96	
C1C3	4	2	1	1	3	11	4	7	5	5	0	21	32	3	2	5	37	
C1B	1	0	1	2	0	4	0	2	2	0	1	5	9	3	1	4	13	
C1D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	
C2C2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	3	4	2	0	2	6	
C2C3	1	1	0	0	1	3	0	1	1	0	1	3	6	1	1	2	8	
C3C3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2	
N_E																		
C1C1	15.41	21.68	21.81	25.14	11.78	97.56	15.41	14.01	14.91	17.46	21.95	83.26	177.52	17.36	25.44	42.25	219.61	
C1C2	7.88	5.10	6.71	0.93	7.40	29.78	9.32	6.15	7.63	6.21	7.45	37.01	67.15	14.79	4.85	20.94	88.30	
C1C3	3.58	2.55	0.84	0.93	4.01	12.88	2.87	5.47	4.16	3.88	0.83	17.76	30.87	2.57	4.04	6.50	37.30	
C1B	0.72	0	0.84	1.86	0	3.22	0	1.37	1.39	0	0.83	3.70	6.95	1.93	0.81	2.89	9.90	
C1D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.42	2.17	2.28	
C2C2	1.01	0.30	0.52	0.01	1.16	2.34	1.41	0.68	0.98	0.55	0.63	4.11	6.35	3.15	0.23	2.60	8.88	
C2C3	0.92	0.30	0.13	0.02	1.27	2.03	0.87	1.20	1.06	0.69	0.14	3.95	5.84	1.10	0.38	1.61	7.50	
C3C3	0.21	0.08	0.01	0.01	0.35	0.44	0.13	0.53	0.29	0.22	0.01	0.95	1.34	0.10	0.16	0.25	1.58	
$\chi^2_{(HWE)}$	2.36	2.13	1.15	0.16	1.63	3.34	1.99	2.12	3.27	1.61	6.96	4.43	4.22	3.23	7.51	5.61	6.74	
H_O	0.53	0.27	0.33	0.14	0.46	0.34	0.50	0.53	0.58	0.38	0.31	0.46	0.40	0.60	0.31	0.46	0.41	
H_E	0.45	0.27	0.28	0.13	0.49	0.33	0.44	0.49	0.48	0.37	0.29	0.42	0.38	0.51	0.34	0.44	0.39	
D	+0.20	+0.01	+0.16	+0.05	-0.06	+0.03	+0.15	+0.09	+0.22	+0.02	+0.06	+0.10	+0.07	+0.17	-0.08	+0.03	+0.06	
t	0.78	0.02	0.40	0.08	0.23	0.18	0.59	0.37	0.94	0.07	0.18	0.82	0.67	0.98	0.29	0.21	0.67	
$TF * C1$	0.72	0.85	0.84	0.93	0.67	0.80	0.72	0.69	0.69	0.77	0.83	0.74	0.77	0.64	0.81	0.72	0.76	
$TF * C2$	0.18	0.10	0.13	0.02	0.21	0.13	0.22	0.15	0.18	0.14	0.14	0.16	0.15	0.27	0.08	0.18	0.15	
$TF * C3$	0.08	0.05	0.02	0.02	0.12	0.06	0.06	0.13	0.10	0.09	0.02	0.08	0.07	0.05	0.06	0.06	0.06	
$TF * B$	0.02	0	0.01	0.03	0	0.01	0	0.03	0.03	0	0.01	0.02	0.01	0.04	0.01	0.02	0.02	
$TF * D$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.02	0.01	

Таблица 1. (Продолжение)

Система, аллели	Русское население													Украинское население			Суммарно по области	
	Прохоровский район						Красненский район						Суммарно по русским	Грайворонский район	Красногвардейский район	Суммарно по украинцам		
	Холодянский с/с	Коломыцевский с/с	Подолешенский с/с	Плогавский с/с	Прелестненский с/с	Суммарно по р-ну	Горкинский с/с	Расховецкий с/с	Готовской с/с	Камызинский с/с	Красненский с/с	Суммарно по р-ну						
PI																		
ΣN	26	30	31	27	13	127	22	25	31	28	14	120	247	33	42	75	322	
N_O																		
M1M1	17	25	26	24	9	101	16	15	16	20	7	74	175	25	29	54	229	
M1M2	6	4	4	2	3	19	4	3	6	4	4	21	40	4	6	10	50	
M1M3	1	0	1	0	1	3	2	3	7	3	3	18	21	3	3	6	27	
M1R	0	1	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	3	0	1	1	4	
M2M2	2	0	0	0	0	2	0	1	2	0	0	3	5	1	2	3	8	
M2M3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	
M2R	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	
M3M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
RR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
N_E																		
M1M1	16.16	25.21	26.20	24.08	9.31	100.54	16.41	12.96	16.33	20.57	7.88	73.63	173.48	24.61	27.52	52.08	225.56	
M1M2	7.88	3.97	3.68	1.89	2.54	20.46	3.45	5.76	7.26	3.43	3.00	23.50	44.42	5.18	8.10	13.33	57.75	
M1M3	0.79	0	0.92	0	0.85	2.67	1.73	3.60	5.08	2.57	2.25	15.67	19.28	2.59	2.43	5.00	24.27	
M1R	0	0.92	0	0.94	0	1.78	0	0.72	0	0.86	0	1.57	3.35	0	2.43	2.50	5.86	
M2M2	0.96	0.13	0.13	0.04	0.17	1.04	0.18	0.64	0.81	0.14	0.29	1.88	2.84	0.27	0.60	0.85	3.70	
M2M3	0.19	0	0.06	0	0.12	0.27	0.18	0.80	1.13	0.21	0.43	2.50	2.47	0.27	0.36	0.64	3.11	
M2R	0	0.03	0	0.04	0	0.18	0	0.16	0	0.07	0	0.25	0.43	0	0.36	0.32	0.75	
M3M3	0.01	0	0.01	0	0.02	0.02	0.05	0.25	0.40	0.08	0.16	0.83	0.54	0.07	0.05	0.12	0.65	
RR	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0.02	0	0.05	0.03	0.04	
$\chi^2_{(HWE)}$	1.87	0.25	0.24	0.09	0.43	1.56	0.55	9.24	4.24	0.78	1.56	4.85	3.87	2.62	22.51*	39.97**	32.77**	
H_O	0.27	0.17	0.16	0.11	0.31	0.19	0.27	0.36	0.42	0.29	0.50	0.36	0.27	0.21	0.24	0.23	0.26	
H_E	0.34	0.16	0.15	0.10	0.27	0.20	0.24	0.45	0.43	0.26	0.41	0.36	0.28	0.24	0.33	0.29	0.29	
D	-0.21	+0.08	+0.07	+0.05	+0.14	-0.06	+0.12	-0.19	-0.05	+0.11	+0.23	-0.02	-0.05	-0.13	-0.27	-0.22	-0.09	
t	0.65	0.13	0.12	0.06	0.23	0.23	0.23	0.70	0.14	0.25	0.57	0.10	0.34	0.33	0.10	0.99	0.76	
$PI*M1$	0.79	0.92	0.92	0.94	0.85	0.89	0.86	0.72	0.73	0.86	0.75	0.78	0.84	0.86	0.81	0.83	0.84	
$PI*M2$	0.19	0.07	0.06	0.04	0.12	0.09	0.09	0.16	0.16	0.07	0.14	0.13	0.11	0.09	0.12	0.11	0.11	
$PI*M3$	0.02	0	0.02	0	0.03	0.01	0.05	0.10	0.11	0.05	0.11	0.08	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	
$PI*R$	0	0.01	0	0.02	0	0.01	0	0.02	0	0.02	0	0.01	0.01	0	0.03	0.02	0.01	

Таблица 1. (Продолжение)

Система, аллели	Русское население													Украинское население			Суммарно по области	
	Прохоровский район						Красненский район						Суммарно по русским	Грайворонский район	Красногвардейский район	Суммарно по украинцам		
	Холодн-ский с/с	Коломцев-ский с/с	Подолешен-ский с/с	Плотава-ский с/с	Прелестнен-ский с/с	Суммарно по р-ну	Горкин-ский с/с	Расховец-кий с/с	Готов-ской с/с	Камызин-ский с/с	Краснен-ский с/с	Суммарно по р-ну						
GLO1																		
ΣN	30	30	31	29	26	146	30	30	31	29	32	152	298	42	42	84	382	
N_O																		
1-1	3	3	3	4	3	16	6	4	0	6	6	22	38	7	4	11	49	
1-2	13	12	11	10	8	54	10	9	18	11	8	56	110	15	18	33	143	
2-2	14	15	17	15	15	76	14	17	13	12	18	74	150	20	20	40	190	
N_E																		
1-1	3.01	2.70	2.33	2.79	1.88	12.66	4.03	2.41	2.61	4.56	3.13	16.45	29.02	5.01	4.02	9.00	38.01	
1-2	12.98	12.60	12.34	12.41	10.23	60.67	13.93	12.18	12.77	13.88	13.75	67.11	127.95	18.99	17.95	36.99	164.98	
2-2	14.01	14.70	16.33	13.79	13.86	72.66	12.03	15.41	15.61	10.56	15.13	68.45	141.02	18.01	20.02	38.00	179.01	
$\chi^2_{(HWE)}$	0	0.07	0.36	1.09	1.24	1.77	2.39	2.05	5.19*	1.25	5.59*	4.16*	5.87*	1.85	0.00	0.98	6.78**	
H_O	0.43	0.40	0.35	0.35	0.31	0.37	0.33	0.30	0.58	0.38	0.25	0.37	0.37	0.36	0.43	0.39	0.37	
H_E	0.43	0.42	0.38	0.43	0.39	0.42	0.46	0.41	0.41	0.48	0.43	0.44	0.43	0.45	0.43	0.44	0.43	
D	+0.00	-0.05	-0.11	-0.19	-0.22	-0.11	-0.28	-0.26	+0.41	-0.21	-0.42	-0.17	-0.14	-0.21	+0.00	-0.11	-0.13	
t	0.01	0.20	0.43	0.83	0.80	1.00	1.41	1.09	1.67	1.05	2.04	1.69	1.92	1.18	0.01	0.81	2.08	
GLO1*1	0.32	0.30	0.27	0.31	0.27	0.29	0.37	0.28	0.29	0.40	0.31	0.33	0.31	0.35	0.31	0.33	0.32	
GLO1*2	0.68	0.70	0.73	0.69	0.73	0.71	0.63	0.72	0.71	0.60	0.69	0.67	0.69	0.65	0.69	0.67	0.68	
ESD																		
ΣN	30	30	31	29	26	146	29	30	31	27	32	149	295	42	42	84	379	
N_O																		
1-1	25	25	27	28	25	130	25	27	27	23	30	132	262	36	40	76	338	
1-2	3	5	2	1	1	12	3	3	4	4	1	15	27	4	2	6	33	
2-2	2	0	2	0	0	4	1	0	0	0	1	2	6	2	0	2	8	
N_E																		
1-1	23.41	25.21	25.29	28.01	25.01	126.68	24.22	27.07	27.13	23.15	29.07	130.61	257.29	34.38	40.02	74.30	331.58	
1-2	6.18	4.58	5.42	0.98	0.98	18.63	4.57	2.85	3.74	3.70	2.86	17.79	36.42	7.24	1.95	9.40	45.83	
2-2	0.41	0.21	0.29	0.01	0.01	0.68	0.22	0.08	0.13	0.15	0.07	0.61	1.29	0.38	0.02	0.30	1.58	

Таблица 1. (Продолжение)

Система, аллели	Русское население												Украинское население			Суммарно по области	
	Прохоровский район						Красненский район						Суммарно по русским	Грайворонский район	Красновардейский район		Суммарно по украинцам
	Холодьянский с/с	Коломыцевский с/с	Подолешенский с/с	Плотава-ский с/с	Прелестненский с/с	Суммарно по р-ну	Горкинский с/с	Расховецкий с/с	Готовской с/с	Камьзинский с/с	Красненский с/с	Суммарно по р-ну					
$\chi^2_{(HWE)}$	7.95*	0.25	12.34**	0.01	0.01	18.49***	3.42	0.08	0.15	0.17	13.53**	3.66	19.74**	8.41**	0.03	11.01**	29.71***
H_O	0.10	0.17	0.06	0.04	0.04	0.08	0.10	0.01	0.13	0.15	0.03	0.10	0.09	0.10	0.05	0.07	0.09
H_E	0.21	0.15	0.17	0.03	0.03	0.13	0.16	0.10	0.12	0.14	0.09	0.12	0.12	0.17	0.04	0.11	0.12
D	-0.52	+0.09	-0.63	+0.02	+0.02	-0.36	-0.34	+0.05	+0.07	+0.08	-0.65	-0.16	-0.26	-0.45	+0.02	-0.36	-0.28
t	1.27	0.15	1.49	0.01	0.01	1.33	0.66	0.07	0.10	0.12	1.03	0.54	1.31	1.13	0.03	0.95	1.59
$ESD*1$	0.88	0.92	0.90	0.98	0.98	0.93	0.91	0.95	0.94	0.93	0.95	0.94	0.93	0.90	0.98	0.94	0.94
$ESD*2$	0.12	0.08	0.10	0.02	0.02	0.07	0.09	0.05	0.06	0.07	0.05	0.06	0.07	0.10	0.02	0.06	0.06
6-PGD																	
ΣN	30	30	31	29	26	146	30	30	31	29	32	152	298	42	42	84	382
N_O																	
AA	27	27	28	27	24	133	26	28	28	28	30	140	273	39	39	78	351
AC	3	3	3	2	2	13	4	2	3	1	1	11	24	3	2	5	29
CC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	2
N_E																	
AA	27.07	27.07	28.07	27.03	24.04	133.29	26.13	28.03	28.07	28.01	29.07	139.28	272.57	39.05	38.10	77.15	349.71
AC	2.85	2.85	2.85	1.93	1.92	12.42	3.73	1.93	2.85	0.98	2.86	12.44	24.87	2.89	3.81	6.71	31.57
CC	0	0	0.07	0.03	0.04	0.29	0.13	0.03	0.07	0.01	0.07	0.28	0.57	0.05	0.10	0.15	0.71
$\chi^2_{(HWE)}$	0.08	0.08	0.08	0.04	0.04	0.31	0.15	0.04	0.08	0.01	13.53**	2.05	0.36	0.06	9.48*	5.45*	2.54
H_O	0.10	0.10	0.10	0.07	0.08	0.09	0.13	0.07	0.10	0.04	0.03	0.07	0.08	0.07	0.05	0.06	0.06
H_E	0.09	0.09	0.09	0.06	0.07	0.08	0.12	0.06	0.09	0.03	0.09	0.08	0.08	0.06	0.09	0.08	0.08
D	+0.05	+0.05	+0.05	+0.04	+0.04	+0.05	+0.07	+0.05	+0.05	+0.02	-0.65	-0.12	-0.14	+0.04	-0.48	-0.08	-0.26
t	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.12	0.11	0.04	0.07	0.01	1.03	0.32	0.13	0.05	0.81	0.53	0.35
6-PGD*A	0.95	0.95	0.95	0.97	0.96	0.96	0.93	0.97	0.95	0.98	0.95	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.96
6-PGD*C	0.05	0.05	0.05	0.03	0.04	0.04	0.07	0.03	0.05	0.02	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04

Таблица 1. (Продолжение)

Система, аллели	Русское население												Украинское население					
	Прохоровский район						Красненский район						Суммарно по русским	Грайворонский район	Красногвардейский район	Суммарно по украинцам	Суммарно по области	
	Холодьянский с/с	Коломыцевский с/с	Подолешенский с/с	Плотавацкий с/с	Прелестненский с/с	Суммарно по р-ну	Горкинский с/с	Расховецкий с/с	Готовской с/с	Камызинский с/с	Красненский с/с	Суммарно по р-ну						
АСР1																		
ΣN	29	27	30	29	24	139	30	29	29	12	21	121	260	39	41	80	340	
N_O																		
AA	3	1	5	3	5	17	3	3	0	1	1	8	25	2	3	5	30	
AB	8	12	11	7	4	42	14	13	14	3	10	54	96	15	18	33	129	
AC	4	0	2	1	0	7	6	0	0	0	1	7	14	1	2	3	17	
BB	9	11	9	15	13	57	5	11	12	6	8	42	99	15	13	28	127	
BC	2	2	2	3	0	9	1	2	1	1	1	6	15	6	5	11	26	
CC	3	1	1	0	2	7	1	0	2	1	0	4	11	0	0	0	11	
N_E																		
AA	2.79	1.81	4.41	1.69	2.04	12.39	5.63	3.11	1.69	0.52	2.01	12.25	24.62	2.56	4.12	6.61	31.20	
AB	8.69	9.33	11.88	9.66	8.50	49.26	10.83	12.12	9.41	3.33	8.36	45.82	192.08	13.08	15.54	28.75	123.90	
AC	3.72	1.04	2.30	0.97	1.17	8.96	3.90	0.66	1.21	0.63	0.62	6.68	15.69	1.79	2.22	4.02	19.69	
BB	6.76	12.00	8.01	13.79	9.38	48.97	5.21	11.80	13.11	5.33	8.68	42.84	91.81	16.67	14.64	31.25	123.00	
BC	5.79	2.67	3.10	2.76	2.50	17.81	3.75	1.28	3.36	2.00	1.29	12.50	30.31	4.58	4.18	8.75	39.10	
CC	1.24	0.15	0.30	0.14	0.17	1.62	0.68	0.03	0.22	0.19	0.05	0.91	2.50	0.31	0.30	0.61	3.11	
$\chi^2_{(HWE)}$	5.81	7.31	2.33	2.01	32.10***	26.77***	5.47	1.22	21.66***	5.20	1.23	16.82**	37.37***	1.68	1.36	2.81	25.19***	
H_O	0.48	0.52	0.50	0.38	0.17	0.42	0.70	0.52	0.52	0.33	0.57	0.55	0.48	0.56	0.61	0.59	0.51	
H_E	0.63	0.48	0.58	0.46	0.51	0.55	0.62	0.48	0.48	0.50	0.49	0.54	0.54	0.50	0.54	0.52	0.54	
D	-0.23	+0.07	-0.13	-0.18	-0.68	-0.24	+0.14	+0.07	+0.07	-0.33	+0.17	+0.03	-0.11	+0.13	+0.14	+0.13	-0.06	
t	1.48	0.32	0.78	0.76	3.73	2.76	0.95	0.32	0.32	0.99	0.68	0.33	1.79	0.70	0.88	1.09	1.03	
$ACPI^*A$	0.31	0.26	0.38	0.24	0.29	0.30	0.43	0.33	0.24	0.21	0.31	0.32	0.31	0.26	0.32	0.29	0.30	
$ACPI^*B$	0.48	0.67	0.52	0.69	0.63	0.59	0.42	0.64	0.67	0.67	0.64	0.60	0.59	0.65	0.60	0.62	0.60	
$ACPI^*C$	0.21	0.67	0.10	0.07	0.08	0.11	0.15	0.03	0.09	0.13	0.05	0.08	0.10	0.09	0.08	0.09	0.10	
PGM1																		
ΣN	30	29	31	29	26	145	29	30	31	29	32	151	296	40	42	82	378	
N_O																		
1S1S	15	14	13	11	8	61	11	12	8	11	12	54	115	20	16	36	151	
1S1F	1	1	4	2	2	10	4	3	2	2	3	14	24	5	4	9	33	
1S2S	12	8	9	8	11	48	8	8	11	8	8	43	91	9	12	21	112	

Таблица 1. (Окончание)

Система, аллели	Русское население												Украинское население				
	Прохоровский район						Красненский район						Суммарно по русским	Грайворонский район	Красногвардейский район	Суммарно по украинцам	Суммарно по области
	Холодьянский с/с	Коломыцевский с/с	Подолещенский с/с	Плогавский с/с	Прелестненский с/с	Суммарно по р-ну	Горкинский с/с	Расховецкий с/с	Готовской с/с	Камызинский с/с	Красненский с/с	Суммарно по р-ну					
1S2F	1	3	2	3	0	9	3	4	4	4	6	21	30	3	3	6	36
1F1F	0	0	1	0	1	2	1	0	2	1	1	5	7	0	2	2	9
1F2S	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	5	5	1	0	1	6
1F2F	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
2S2S	1	2	2	1	3	9	0	0	2	1	2	5	14	1	5	6	20
2S2F	0	1	0	4	0	5	1	0	1	0	0	2	7	1	0	1	8
2F2F	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	2
N_E																	
1S1S	16.13	13.79	13.56	10.56	8.09	61.59	11.80	12.67	8.78	11.17	13.13	57.28	118.77	20.31	15.48	35.56	154.29
1S1F	0.73	0.69	3.97	1.21	2.23	9.12	4.47	3.25	3.73	3.72	3.20	18.48	27.87	4.28	4.86	9.22	37.06
1S2S	10.27	8.97	8.60	8.45	9.48	46.27	5.74	6.50	9.05	7.45	7.69	36.95	82.98	9.26	13.36	23.05	106.06
1S2F	0.73	2.76	1.32	4.22	1.12	10.43	3.19	3.90	2.66	2.48	3.84	16.01	26.60	2.85	1.82	4.61	31.31
1F1F	0.01	0.01	0.29	0.03	0.15	0.34	0.42	0.21	0.40	0.31	0.20	1.49	1.64	0.23	0.38	0.60	2.22
1F2S	0.23	0.22	1.26	0.48	1.31	3.43	1.09	0.83	1.92	1.24	0.94	5.96	9.74	0.98	2.10	2.99	12.74
1F2F	0.02	0.07	0.19	0.24	0.15	0.77	0.60	0.50	0.56	0.41	0.47	2.58	3.12	0.30	0.29	0.60	3.76
2S2S	1.63	1.46	1.36	1.69	2.78	8.69	0.70	0.83	2.33	1.24	1.13	5.96	14.49	1.06	2.88	3.73	18.22
2S2F	0.23	0.90	0.42	1.69	0.65	3.92	0.78	1.00	1.37	0.83	1.13	5.17	9.29	0.65	0.79	1.49	10.76
2F2F	0.01	0.14	0.03	0.42	0.04	0.44	0.22	0.30	0.20	0.14	0.28	1.12	1.49	0.10	0.05	0.15	1.59
$\chi^2_{(HWE)}$	1.31	0.92	4.32	5.54	32.21**	13.74	4.12	6.21	9.83	5.19	8.14	15.31*	23.97***	0.96	12.73	7.51	28.76***
H_O	0.47	0.45	0.48	0.59	0.50	0.50	0.59	0.57	0.61	0.55	0.53	0.57	0.53	0.48	0.45	0.46	0.52
H_E	0.41	0.47	0.51	0.56	0.58	0.51	0.55	0.53	0.62	0.56	0.54	0.56	0.54	0.46	0.55	0.51	0.53
D	+0.15	-0.04	-0.05	+0.04	-0.13	-0.03	+0.07	+0.06	-0.02	-0.01	-0.02	+0.01	-0.01	+0.14	-0.18	-0.09	-0.03
t	0.54	0.19	0.23	0.23	0.69	0.27	0.35	0.31	0.10	0.04	0.08	0.12	0.16	0.17	1.12	0.73	0.49
$PGMI*1S$	0.73	0.69	0.66	0.60	0.56	0.65	0.64	0.65	0.53	0.62	0.64	0.62	0.63	0.71	0.61	0.66	0.64
$PGMI*1F$	0.02	0.02	0.10	0.04	0.08	0.05	0.12	0.08	0.11	0.10	0.08	0.10	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08
$PGMI*2S$	0.23	0.22	0.21	0.24	0.32	0.24	0.15	0.17	0.28	0.21	0.19	0.20	0.22	0.16	0.26	0.21	0.22
$PGMI*2F$	0.02	0.07	0.03	0.12	0.04	0.06	0.09	0.10	0.08	0.07	0.09	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06

Примечание. ΣN – численность генетически обследованной популяции; N_O – наблюдаемое число генотипов, N_E – ожидаемое число генотипов; H_O – наблюдаемая гетерозиготность, H_E – ожидаемая гетерозиготность; D – коэффициент отклонения наблюдаемой гетерозиготности от ожидаемой.

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

$GC*IS$ (0.67) лежит на верхней границе изменчивости этого аллеля, характерной для русских популяций в целом, и достоверно ($p < 0.001$) отличается от среднерусского показателя частоты аллеля $GC*IS = 0.57$ (его вариация от 0.48 до 0.68) [12, 16]. Средняя частота аллеля $GC*2$ у русских Белгородской области составляет 0.23, что достоверно ($p < 0.001$) ниже, чем в русских популяциях в целом (0.29), хотя и укладывается в рамки изменчивости, свойственные этому аллелю (от 0.14 до 0.38) [16]. Отличия украинцев от русских Белгородской области по частотам аллелей $GC*2$ и $GC*IS$ достоверны ($p < 0.01-0.05$).

Система трансферрина (TF). Для населения Белгородской области выявлена значительная изменчивость субаллелей системы TF при соотношении аллелей: $TF*C1 > TF*C2 > TF*C3 > TF*B$. Две русские популяции (Красненского и Прохоровского районов) Белгородской области достоверно ($p < 0.05$) различаются по частоте аллеля $TF*C1$. Для русских Белгородской области в целом характерны следующие частоты аллелей системы TF: $TF*C1 = 0.77$, $TF*C2 = 0.15$, $TF*C3 = 0.07$, $TF*B = 0.01$. Полученные данные полностью совпадают с уровнем изменчивости TF в русских и европейских популяциях. Так, для русских, в отличие от азиатских популяций, частота гена $TF*C2$ никогда не превышает 20%-ный уровень [12] (варьируя от 0.06 до 0.21 со средней 0.15 – данные по 20 русским популяциям [16]). Средняя частота аллеля $TF*C1$ у русских Белгородской области лежит в пределах изменчивости русского генофонда (74–87% [12]). У украинцев Белгородской области ($TF*C1 = 0.72$, $TF*C2 = 0.18$, $TF*C3 = 0.06$, $TF*B = 0.02$, $TF*D = 0.02$) сохраняется такое же распределение аллелей трансферрина, как и у русских.

Система альфа1-антитрипсина (PI). У русских и украинцев соотношение основных генотипов можно представить как $M1M1 > M1M2 > M1M3$. В распределении частот аллелей системы PI выявлена значительная гетерогенность среди русского населения. Так, частота аллеля $PI*M1$ у русского населения колеблется в пределах от 72 до 94%. Концентрация аллеля $PI*M2$ изменяется от 0.04 до 0.19. Полученные результаты согласуются с данными по русскому генофонду (вариабельность $PI*M2$ составила от 0.04 до 0.23 со средней частотой 0.145) и соответствуют пределам изменчивости данного аллеля (0.09–0.18) в народонаселении Европы [16]. Выявлены достоверные ($p < 0.001$) различия Прохоровского и Красненского районов по частотам аллелей $PI*M1$ (0.89 и 0.78 соответственно) и $PI*M3$ (0.01 и 0.08 соответственно). В целом русские Белгородской области ($PI*M1 = 0.84$, $PI*M2 = 0.11$, $PI*M3 = 0.04$, $PI*R = 0.01$) характеризуются повышенной частотой аллеля $PI*M1$ и сниженной концентрацией аллеля $PI*M3$ по сравнению с европейскими популя-

циями (0.63–0.79 для $PI*M1$, 0.09–0.18 для $PI*M2$ и 0.06–0.12 для $PI*M3$) [16]. Украинцы Белгородской области практически не отличаются от русского населения области по частотам этой системы.

Система глиоксалазы 1 (GLO1). У русских Белгородской области частота аллеля $GLO1*1$ (0.31) достоверно ($p < 0.001$) ниже среднерусской величины (0.37), но значительно выше, чем у центральноазиатских и дальневосточных этнических групп, где частота этого аллеля не превышает 20%-ный уровень [12]. Изменчивости русских популяций соответствуют и характеристики украинцев Белгородской области, у которых частота аллеля $GLO1*1$ варьирует от 30 до 34% со средней концентрацией – 0.32.

Система эритроцитарной эстеразы D (ESD). Для русских Белгородской области средняя концентрация аллеля $ESD*1$ составляет 93% и практически совпадает с литературными данными (95.5% [2]) по Белгородской области. Частота аллеля $ESD*1$ у русских Белгородской области достоверно ($p < 0.05$) отличается от среднерусского показателя, хотя такое распределение укладывается в рамки изменчивости русского генофонда по этому гену (вариабельность от 0.79 до 0.96 со средним значением 0.903) [2, 17]. Следует отметить, что по всем изученным нами популяциям (русские и украинцы Белгородской области) частота “азиатского” аллеля $ESD*2$ (0.05–0.12) существенно ниже, чем в популяциях коренных народов Дальнего Востока и Центральной Азии, где его концентрация достигает 30%-ного уровня и находится выше границы изменчивости данного аллеля в европейских популяциях (11–15%) [12, 17].

Система эритроцитарной 6-фосфоглюконатдегидрогеназы (6-PGD). Частота более редкого аллеля $PGD*C$ в районах Белгородской области находится в пределах 3–4%. Средняя частота аллеля $PGD*C$ у русских (0.04) и украинцев (0.04) Белгородской области полностью совпала с уровнем изменчивости русского генофонда в целом (2–8% со средней 0.039 [1, 2, 12]).

Система фосфоглюкомутазы (PGM1). Распределение частот аллелей системы PGM1 у населения Белгородской области типично как для русских, так и для европейских популяций [12] и имеет вид: $PGM1*1S > PGM1*2S > PGM1*1F > PGM1*2F$. Средняя частота аллеля $PGM1*1S$ у русских Белгородской области равняется 0.63 и достоверно ($p < 0.05$) выше как среднерусского показателя 0.604 (вариабельность по русскому генофонду от 0.475 до 0.700) [2, 12–15], так и литературного показателя частоты этого аллеля (0.55) по Белгородской области [2]. Для русских Белгородской области среднее значение частоты аллеля $PGM1*2S$ составляет 0.22 и практически совпадает со среднерусской частотой этого аллеля по данным [2, 17] – 0.232 (с вариацией от 0.14 до

0.38). Русские и украинцы Белгородской области сходны по частотам аллелей *PGM1*1S* и *PGM1*2S*. Для 27 русских популяций [2, 17] средняя частота *PGM1*1F* равняется 0.107 (при вариации от 0 до 0.18), а средняя частота *PGM1*2F* составляет 0.057 (при изменчивости от 0 до 0.16). Полученные нами результаты полностью соответствуют этим данным – доля аллелей *PGM1*1F* и *PGM1*2F* у русских Белгородской области одинакова и составляет 7%. Следует отметить достоверные ($p < 0.01$) различия русских Прохоровского и Красненского районов по частоте аллеля *PGM1*1F*.

Система кислой фосфатазы эритроцитов (АСР1). Частота аллеля *АСР1*А* у русского населения Белгородской области составляет 0.31 (варьирует от 0.30 до 0.32) и соответствует уровню изменчивости русского генофонда в целом от 0.18 до 0.41 со средней 0.312 [2, 17], но ниже литературных данных по частоте этого аллеля по Белгородской области (0.373) [2]. У русского населения Белгородской области частота “европейского” аллеля *АСР1*С* (0.10) достоверно ($p < 0.05$) выше среднерусской частоты (0.04) (при вариабельности от 0 до 0.07) [2, 17]. У украинцев Белгородской области частоты аллелей *АСР1*А* (0.29) и *АСР1*В* (0.62) соответствуют данным по русскому населению области и в целом по русскому генофонду.

Таким образом, две русские популяции (Прохоровского и Красненского районов) достоверно различаются по частотам восьми аллелей пяти локусов: *АВО*О*, *АВО*А*, *GC*2*, *GC*1S*, *TF*С1*, *PI*М1*, *PI*М3*, *PGM1*1F*. Средние частоты аллелей *RH*D*, *GC*2*, *GLO1*1* у русского населения Белгородской области достоверно ниже ($p < 0.001$) среднерусских показателей. Частоты аллелей *GC*1S*, *ESD*1*, *PGM1*1S* и *АСР1*С* лежат на верхней границе изменчивости русского генофонда и достоверно ($p < 0.001–0.05$) выше среднерусских частот данных аллелей. Однако распределение частот всех изученных аллелей укладывается в пределы изменчивости этих систем в русском генофонде.

Украинцы Белгородской области достоверно ($p < 0.01–0.05$) отличаются от русского населения области лишь по частотам трех аллелей двух локусов (*АВО*, *GC*). В целом генетическая структура белгородской популяции соответствует распределению частот аллелей в популяциях Европы.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РГНФ и РФФИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Генофонд и геногеография народонаселения. Генофонд населения России и сопредельных стран / Под ред. Рычкова Ю.Г. СПб.: Наука, 2000. Т. 1. 611 с.
2. Генофонд и геногеография народонаселения. Геногеографический атлас населения России и сопредельных стран / Под ред. Рычкова Ю.Г. СПб.: Наука, 2003. Т. 2. 671 с.
3. Наследственные болезни в популяциях человека / Под ред. Гинтера Е.К. М.: Медицина, 2002. 304 с.
4. Белгородская область / Под ред. Воротникова Р.В. Воронеж, 1974. 153 с.
5. *Спицын В.А.* Биохимический полиморфизм человека. М.: МГУ, 1985. 214 с.
6. *Westermeier R.* Electrophoresis in Practice. A Guide to Methods and Applications of DNA and Protein Separations. FRG: WILEY-VCH Verlag GmbH, 2001. 350 p.
7. *Altland K., Hackler R., Knoche W.* Double one-dimensional electrophoresis of human serum transferrin: A new high resolution screening method for genetically determined variation // *Hum. Genetics*. 1980. V. 54. P. 221–231.
8. *Grادل G., Weidinger S., Cleve H., Schwarzfischer F.* Genetic study of red cell esterase D polymorphism by isoelectric focusing // *Advances in Forensic Haemogenetics*. 1985. P. 175–178.
9. *Frants R., Noordhoek G., Eriksson A.* Separate isoelectric focusing for identification of alpha 1- antytrypsin subtypes // *Scand. J. Clin. And Lab.* 1978. V. 38. № 5. P. 457–462.
10. *Животовский Л.А.* Статистические методы анализа частот генов в природных популяциях // *Итоги науки и техники. Общая генетика*. М.: ВИНТИ, 1983. С. 76–104.
11. *Спицын В.А., Агапова Р.К., Цыбикова Э.Б. и др.* Возможная связь между уровнем гетерозиготности по биохимическим маркерам генов у больных с легочной патологией // *Генетика*. 1996. Т. 32. № 7. С. 990–995. (*Spitsyn V.A., Agapova R.K., Tsybikova E.B. et al.* Possible association between the heterozygosity level of biochemical gene markers in patients with pulmonary pathology // *Rus. J. Genetics*. 1996. V. 32. № 7. P. 990–995.)
12. *Спицын В.А., Куххойзер В., Макаров С.В. и др.* Русский генофонд. Частоты генетических маркеров // *Генетика*. 2001. Т. 37. № 3. С. 386–401. (*Spitsyn V.A., Kuchheuser W., Makarov S.V. et al.* The Russian gene pool: Frequencies of genetic markers // *Rus. J. Genetics*. 2001. V. 37. № 3. P. 386–401.)
13. *Шнейдер Ю.В., Тихомирова Е.В., Шильникова И.Н.* Материалы по изучению генофонда народов России и сопредельных стран. Русское население Тверской области // *Генетика*. 1994. Т. 30. № 3. С. 419–427. (*Shneider Yu.V., Tikhomirova E.V., Shil'nikova I.N.* Materials on investigation of the gene pool of Russia and adjacent countries: The Russian population of Tver' oblast' // *Rus. J. Genetics*. 1994. V. 30. № 3. P. 419–427.)
14. *Шнейдер Ю.В., Тихомирова Е.В., Шильникова И.Н.* Материалы по изучению генофонда народов России и сопредельных стран. Русское население Вологодской области // *Генетика*. 1994. Т. 30. № 4. С. 549–554. (*Shneider Yu.V., Tikhomirova E.V., and Shil'nikova I.N.* Materials on the study of the gene pool of Russia and adjacent countries: The Russian pop-

- ulation of Vologda oblast' // Rus. J. Genetics. 1994. V. 30. № 4. P. 488–493.)
15. Шнейдер Ю.В., Шильникова И.Н., Жукова О.В. Материалы по изучению генофонда народов России и сопредельных стран. Русское население Псковской области // Генетика. 2002. Т. 38. № 11. С. 1561–1565. (*Shneider Yu.V., Shi'nikova I.N., and Zhukova O.V.* Material for studying the gene pools of russia and neighboring countries: The Russian population of the Pskov oblast // Rus. J. Genetics. 2002. V. 38. № 11. P. 1322–1326.)
 16. Балановская Е.В., Балановский О.П., Спицын В.А. и др. Русский генофонд. Геногеография сывороточных генных маркеров (HP, GC, PI, TF) // Генетика. 2001. Т. 37. № 8. С. 1125–1137. (*Balanovskaia E.V., Balanovskii O.P., Spitsyn V.A. et al.* The Russian gene pool: Genegeography of serum gene markers (HP, GC, PI, and TF) // Rus. J. Genetics. 2001. V. 37. № 8. P. 939–950.)
 17. Балановская Е.В., Балановский О.П., Спицын В.А. и др. Русский генофонд. Геногеография эритроцитарных генных маркеров (ACP1, PGM1, ESD, GLO1, 6-PGD) // Генетика. 2001. Т. 37. № 8. С. 1125–1137. (*Balanovskaya E.V., Balanovsky O.P., Spitsyn V.A. et al.* The Russian gene pool. Genegeography of erythrocytic gene markers (ACP1, PGM1, ESD, GLO1, and 6-PGD) // Rus. J. Genetics. 2001. V. 37. № 8. P. 951–963.)